

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **115 506** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01T 1/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.12.2015)
Пошлина: учтена за 1 год с 01.12.2011 по 01.12.2012

(21)(22) Заявка: [2011149006/28](#), 01.12.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.12.2011

(45) Опубликовано: [27.04.2012](#) Бюл. № 12

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Гапоненко Николай Васильевич (BY),
Кортов Всеволод Семенович (RU),
Руденко Мария Владимировна (BY),
Пустоваров Владимир Алексеевич (RU),
Звонарев Сергей Владимирович (RU),
Николаенко Ирина Александровна (BY)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

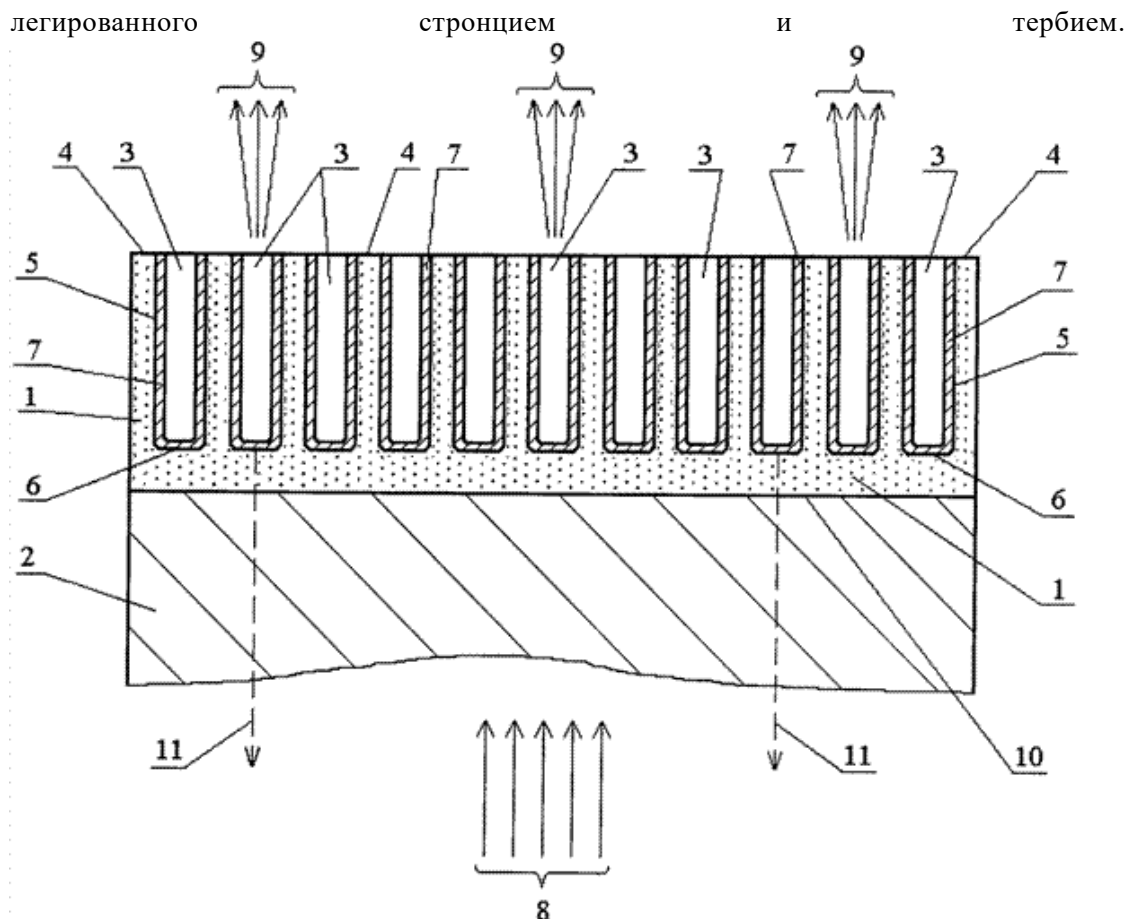
(54) МАТРИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

1. Матричный преобразователь ионизирующего излучения, включающий каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны, в каждом из каналов размещен люминофор, чувствительный к ионизирующему излучению, отличающийся тем, что матрица с каналами выполнена из нанопористого анодного оксида алюминия, а люминофор размещен слоем на стенках и дне каналов.

2. Матричный преобразователь ионизирующего излучения по п.1, отличающийся тем, что в качестве люминофора использован легированный тербием ксерогель оксида алюминия или легированный тербием ксерогель граната или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогель оксида титана, легированного стронцием и тербием.

3. Матричный преобразователь ионизирующего излучения, включающий каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны, в каждом из каналов размещен люминофор, чувствительный к ионизирующему излучению, отличающийся тем, что матрица с каналами выполнена из нанопористого анодного оксида алюминия, люминофор размещен слоем на стенках и дне каналов, в качестве люминофора использован легированный тербием ксерогель оксида алюминия или легированный тербием ксерогель граната или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогель оксида титана,



Полезная модель относится к матричным преобразователям ионизирующего излучения (рентгеновское, электронное, гамма-излучение), которые могут быть использованы для получения изображений просвечиваемых объектов в медицинских рентгеновских установках с высоким пространственным разрешением, для детектирования ядерных излучений, для неразрушающего контроля материалов и изделий радиационными методами.

Известен микроканальный преобразователь рентгеновского излучения в видимый свет [патент России 88164], содержащий совокупность микроканалов, заполненных рентгеночувствительным люминофором. Стенки указанных микроканалов выполнены из оптически прозрачного материала, например, стекла или пластика.

Недостатком известного преобразователя рентгеновского излучения в видимый свет является пониженное пространственное разрешение, ограниченное размером диаметра микроканала, находящегося в диапазоне от 1 до 30 микрон. Кроме того, прозрачность стенок микроканалов ухудшает пространственное разрешение за счет размывания границ между изображениями, создаваемыми пятнами излучения люминофора, расположенного в микроканалах.

Известно также оптическое спектральное конвертирующее устройство, представляющее собой пленку прозрачного направленно структурированного материала (материал с микроканалами), содержащего распределенную в микроканалах (микропорах) субстанцию, преобразующую длину волны излучения [международная заявка РСТ/VY2004/000023, WO2006/034561]. Указанная субстанция выполнена в виде ксерогеля, содержащего квантоворазмерные структуры, обладающие сильными квантоворазмерными эффектами. Ксерогель выполнен, в частности, на основе оксида алюминия Al_2O_3 и содержит нанокристаллы на основе полупроводниковых соединений $A^{II}B^{IV}$ или $A^I B^{VII}$ или $A^3 B^V$. Нанокристаллы легированы ионами марганца Mn^{2+} или тербия Tb^{3+} .

Недостатком является то, что используемая для заполнения пор субстанция имеет усложненный состав (оксиды, нанокристаллы и ионы металлов, внедренные легированием в нанокристаллы), так что при изготовлении субстанции требуется использование разнородных технологических приемов. Испускаемое находящимися в субстанции дефектными центрами излучение ослабляется вследствие его прохождения через толщу указанной субстанции тем в большей степени, чем глубже находится в субстанции центр излучения. Кроме того, известное устройство

предназначено для преобразования волн одного видимого диапазона (250-450 нм) в другой видимый диапазон (550-800 нм).

Известен материал в виде подложки, покрытой композиционной пленкой на основе мезопористого неорганического слоя, содержащего наночастицы, образованные внутри слоя [международная заявка РСТ/FR2002/002673, WO2003/010103, заявка России 2004105271]. Композиционная пленка имеет структуру периодической решетки, в которой наночастицы упорядочены периодически в масштабе доменов по меньшей мере в 4-х периодах по толщине пленки. Наночастицы размещены в порах пленки, не имеющих сообщения с наружной поверхностью пленки. Мезопористый неорганический слой выполнен на основе по меньшей мере одного оксида металла, в частности, с использованием алюминия. Наночастицы могут включать металлические соединения, формирующие требуемые оптические, магнитные или фотолюминесцентные свойства материала.

Указанный материал предназначен для широкого круга применений. Недостатком при использовании материала в качестве люминесцентного является ослабление излучения, испускаемого находящимися в порах наночастицами, вследствие его прохождения через толщу мезопористого слоя тем в большей степени, чем глубже находятся в субстанции центры свечения.

Известны сцинтилляционные композиции, имеющие структуру кристалла граната, включающие тербий или лютетий и предназначенные для обнаружения излучений высокой энергии, таких как рентгеновское излучение, бета- и гамма-излучения [патент США 6630077]. Такие композиции характеризуются высокой светоотдачей, уменьшенным временем послесвечения, высокой тормозной способностью к рентгеновским квантам. Эти материалы используются в качестве составной части детекторов излучения в таких приборах, как счетчики, усилители яркости изображения, сканеры компьютерной томографии. Для обеспечения высокого пространственного разрешения требуется использование указанных композиций в соответствующих, например, матричных преобразователях ионизирующих излучений, конструкции которых не рассматриваются в патенте США 6630077.

Известны результаты исследования люминесценции тербия в ксерогеле оксида алюминия, сформированном в матрице анодного оксида алюминия при различных видах возбуждения [Физика и техника полупроводников, 2011, т.45, в.7, стр. 980-983]. Легированные тербием слои ксерогеля оксида алюминия размещены в порах (каналах) пленки оксида алюминия толщиной 1 мкм с диаметром пор 140-180 нм, выращенной на кремнии. Нанесенные на образцы матрицы анодного оксида алюминия методом центрифугирования слои ксерогеля располагаются на поверхности образцов, а также на стенках и на дне каждой поры (канала) матрицы оксида алюминия. Для такой структуры обнаружена люминесценция тербия при возбуждении рентгеновскими лучами и импульсным электронным пучком с наиболее интенсивной полосой видимого излучения при 542 нм, без оценки реализации повышенного уровня пространственного разрешения, который потенциально может быть достигнут при использовании нанопористой матрицы анодного оксида алюминия. Продемонстрирована принципиальная возможность создания наноразмерного матричного люминесцентного преобразователя ионизирующего излучения в видимое излучение.

Известны также результаты исследования люминесценции в матричном преобразователе видимого излучения одной длины волны в фотоизлучение с другой длиной волны [ACTA PHYSICA POLONICA A, 2007, Vol.112, No.5, стр.737-749, Фиг.5]. Матричный преобразователь фотоизлучения выполнен в виде слоя нанопористого анодного оксида алюминия на кремнии. Слой нанопористого анодного оксида алюминия включает каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны. На поверхности матрицы, а также на стенках и дне каждого из каналов, размещен слой люминофора в виде золь-гель оксидов (ксерогелей), легированных, в частности, тербием.

Вследствие того, что излучающий слой ксерогеля с тербием нанесен как на стенки и дно каждого из каналов матрицы пористого оксида алюминия, так и на поверхность матрицы, рассматриваемый преобразователь формирует фотоизлучением изображение, имеющее пониженное пространственное разрешение. Кроме того, это известное устройство предназначено для фотопреобразования волн одного видимого диапазона в другой видимый диапазон с максимумом на длине волны 550 нм или в инфракрасный диапазон (800 нм).

Наиболее близким к предложенному техническому решению является матричный экран-преобразователь ионизирующего излучения [патенты России 2391649 или 84137]. Матрица имеет микроканалы, открытые с одной стороны матрицы и заполненные порошковым люминофором состава $Gd_{20}S:Tb(Eu)$, включающим

тербий. Микроканалы имеют непрозрачные для света стенки. Матрица с микроканалами с другой стороны покрыта светоотражающим материалом, образующим непрозрачное для света дно каждого микроканала, открытого с другой стороны. Диаметр каждого микроканала составляет несколько микрон, толщина пластины - несколько сотен микрон.

Люминофор $Gd_2O_2S:Tb$ (Eu) обеспечивает регистрацию (преобразование) трех видов излучений: тепловых и быстрых нейтронов, рентгеновских и гамма лучей. Порошковый люминофор наносят на матрицу и втирают в нее кисточкой. Зерна порошка достаточно малого по сравнению с микроканалом размера проникают в каждый микроканал, другие ссыпаются в сторону. Повторяя такую процедуру несколько раз, обеспечивают толщину слоя люминофора в микроканалах практически на всю толщину матрицы.

Недостатками такого матричного преобразователя рентгеновского излучения в видимый свет являются ослабление излучаемого люминофором света вследствие его прохождения через толщу люминофора, а также пониженное пространственное разрешение, ограниченное размером диаметра микроканала, составляющего несколько микрон. Кроме того, имеющееся непрозрачное для света дно каждого канала не позволяет регистрировать возбуждаемую люминесценцию с обеих сторон матрицы преобразователя.

Задачей полезной модели является увеличение пространственного разрешения и повышение интенсивности излучения, а также обеспечение возможности регистрировать возбуждаемую люминесценцию с обеих сторон матрицы преобразователя.

Задача решена двумя вариантами полезной модели.

По первому варианту матричный преобразователь ионизирующего излучения, включающий каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны, в каждом из каналов размещен люминофор, чувствительный к ионизирующему излучению, отличается тем, что матрица с каналами выполнена из нанопористого анодного оксида алюминия, а люминофор размещен слоем на стенках и дне каналов.

Кроме того, матричный преобразователь ионизирующего излучения по первому варианту отличается тем, что в качестве люминофора использован легированный тербием ксерогель оксида алюминия или легированный тербием ксерогель граната или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогель оксида титана, легированного стронцием и тербием.

Матричный преобразователь ионизирующего излучения по второму варианту, включающий каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны, в каждом из каналов размещен люминофор, чувствительный к ионизирующему излучению, отличается тем, что матрица с каналами выполнена из нанопористого анодного оксида алюминия, люминофор размещен слоем на стенках и дне каналов, в качестве люминофора использован легированный тербием ксерогель оксида алюминия или легированный тербием ксерогель граната или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогель оксида титана, легированного стронцием и тербием.

В матричном преобразователе ионизирующего излучения по первому и второму вариантам выполнение матрицы с каналами из нанопористого анодного оксида алюминия, с размещением люминофора слоем на стенках и дне каналов, обеспечивает повышение пространственного разрешения за счет уменьшения диаметра каналов матрицы до 40-180 нм.

Повышение пространственного разрешения предложенного матричного преобразователя ионизирующего излучения обеспечивается также тем, что матрица с каналами из нанопористого анодного оксида алюминия обладает свойством направленного излучения видимого диапазона вдоль осей каналов (анизотропией люминесценции с максимумом вдоль каналов пор матрицы анодного оксида алюминия) [Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, 2004, январь-март, №2, стр. 133-145)].

Образующееся в размещенном в каждом канале матрицы люминофоре излучение видимого диапазона выходит с одной стороны матрицы через открытый в эту сторону конец каждого канала. Так как материал матрицы в виде анодного пористого оксида алюминия обладает прозрачностью в широком оптическом диапазоне, то излучение, образующееся в размещенном в каждом канале люминофоре выходит из матрицы также через с другой ее стороны, через прозрачное дно матрицы. Обеспечивается возможность регистрировать возбуждаемую люминесценцию с обеих сторон матрицы преобразователя.

Кроме того, за счет нанесения люминофора слоем на стенках и дне каналов, обеспечивается повышение интенсивности излучения путем устранения ослабления излучаемого люминофором света в толще люминофора.

Использование в матричном преобразователе ионизирующего излучения по первому и второму вариантам в качестве люминофора легированного тербием ксерогеля оксида алюминия или легированного тербием ксерогеля граната или ксерогеля виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогеля оксида титана, легированного стронцием и тербием обеспечивает дополнительное повышение интенсивности излучения за счет свойств этих материалов.

Первый и второй варианты предложенного устройства обладают единством, так как решают одну и ту же задачу аналогичными средствами.

Полезная модель поясняется фигурой, на которой изображено сечение матричного преобразователя ионизирующего излучения.

Матричный преобразователь ионизирующего излучения содержит слой (пленку) 1 нанопористого анодного оксида алюминия, имеющего каналы 3, множество которых составляет матрицу преобразователя. Слой 1 нанопористого анодного оксида алюминия расположен на подложке 2, выполненной, например, из непрозрачных в оптическом диапазоне материалов - кремния, ситалла, алюминия, или из прозрачных в оптическом диапазоне материалов - монокристаллического кварца, стекла, в частности, из аморфного кварцевого стекла, фосфатного, боратного стекол и других прозрачных в оптическом диапазоне материалов.

Каждый из каналов 3 открыт в сторону поверхности 4 слоя 2 нанопористого анодного оксида алюминия и имеет стенки 5 и дно 6. Нанопористый анодный оксид алюминия и, соответственно, стенки 5 и дно 6 каждого из каналов 3 являются прозрачными для светового излучения. На стенках 5 и дне 6 каждого канала 3 размещен слой 7 чувствительного к ионизирующему излучению люминофора. В качестве люминофора могут быть использованы легированный тербием ксерогель оксида алюминия, например, смесь 30% Tb₂O₃ - 70% Al₂O₃ (масс.%), или легированный тербием ксерогель граната (в частности, алюмоиттриевый гранат состава Tb_{0.15}Y_{2.85}Al₅O₁₂) или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца (Zn₂SiO₄:Mn), или ксерогель оксида титана, легированного стронцием и тербием (TiO₂:Sr,Tb), а также другие материалы, чувствительные к ионизирующим излучениям.

В случае выполнения подложки 2 из непрозрачных в оптическом диапазоне материалов - кремния, ситалла, алюминия, при воздействии на слой 7 ионизирующего излучения 8 каждый канал 3 со слоем 7 люминофора образует отдельное цилиндрическое пятно на стороне 4 матрицы преобразователя, формирующее отдельный пучок излучения 9, выходящего из слоя 1 нанопористого анодного оксида алюминия.

При выполнении подложки 2 из прозрачных в оптическом диапазоне материалов - монокристаллического кварца или стекол, при воздействии на слой 7 ионизирующего излучения 8 каждый канал 3 со слоем 7 люминофора образует отдельное цилиндрическое пятно на противоположной стороне 10 матрицы преобразователя, формирующее отдельный пучок излучения 11, выходящего из слоя 1 нанопористого анодного оксида алюминия со стороны 10 и проникающего через подложку 2.

Диаметр каждого канала 3 составляет 40÷180 нм, диаметр каждой ячейки матрицы, содержащей канал 3, находится в пределах 120÷250 нм. Толщина слоя (пленки) 1 нанопористого анодного оксида алюминия составляет от 1 мкм до 150 мкм. Толщина подложки 2 выбирается из условия обеспечения приемлемого для работы устройства ослабления ионизирующего излучения 7. Толщина слоя 7 люминофора на стенках 5 и дне 6 каналов 3 определяется требуемой интенсивностью излучения видимого диапазона.

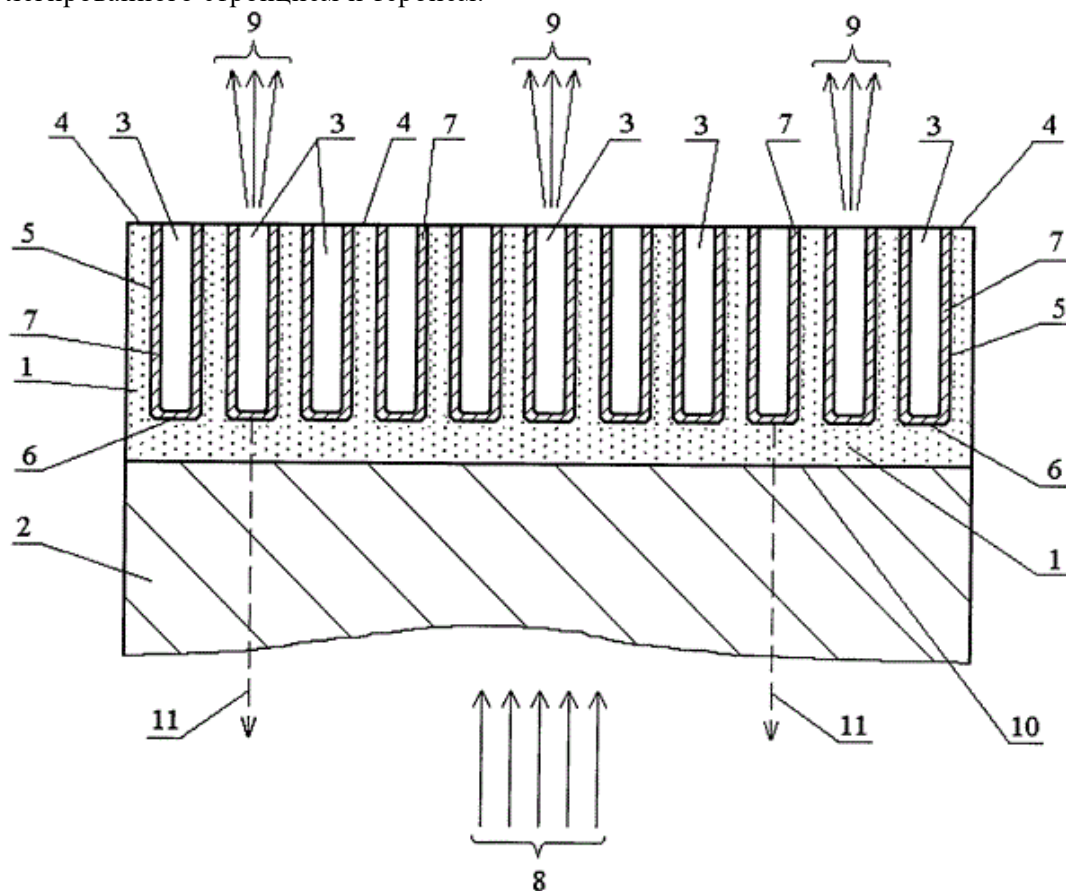
В процессе работы на матричный преобразователь ионизирующего излучения со стороны подложки 2 действует ионизирующее излучение 8 (рентгеновское излучение, гамма-излучение, электронное излучение). Воздействие ионизирующего излучения 8 на слой 7 люминофора вызывает излучение 9 (11), сформированное в виде пучков от каждого отдельного канала 3. Каждый из пучков излучения 9 (11) имеет в поперечном сечении размер, соответствующий наноразмерному диаметру канала 3, что обеспечивает высокое пространственное разрешение при формировании изображения объекта, располагаемого между ионизирующим излучением 8 и подложкой 2.

Формула полезной модели

1. Матричный преобразователь ионизирующего излучения, включающий каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны, в каждом из каналов размещен люминофор, чувствительный к ионизирующему излучению, отличающийся тем, что матрица с каналами выполнена из нанопористого анодного оксида алюминия, а люминофор размещен слоем на стенках и дне каналов.

2. Матричный преобразователь ионизирующего излучения по п.1, отличающийся тем, что в качестве люминофора использован легированный тербием ксерогель оксида алюминия или легированный тербием ксерогель граната или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогель оксида титана, легированного стронцием и тербием.

3. Матричный преобразователь ионизирующего излучения, включающий каналы, каждый из которых имеет дно с одной стороны и выходит на поверхность матрицы с другой стороны, в каждом из каналов размещен люминофор, чувствительный к ионизирующему излучению, отличающийся тем, что матрица с каналами выполнена из нанопористого анодного оксида алюминия, люминофор размещен слоем на стенках и дне каналов, в качестве люминофора использован легированный тербием ксерогель оксида алюминия или легированный тербием ксерогель граната или ксерогель виллемита, легированного ионами марганца, или ксерогель оксида титана, легированного стронцием и тербием.



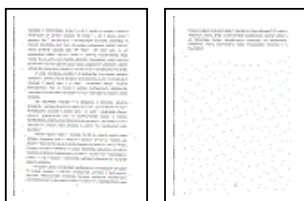
ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:

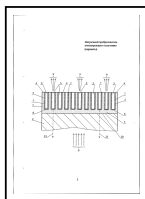


Описание:





Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **02.12.2012**

Дата публикации: [27.09.2013](#)